

0 7 2 3 4 2 9 - 1

На правах рукописи



Морозова Инна Владиславовна

**МНОГОФАЗОВОЕ ГИПСОВОЕ ВЯЖУЩЕЕ ДЛЯ СУХИХ
ОТДЕЛОЧНЫХ СМЕСЕЙ**

05.23.05. – Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Казань – 2001

Работа выполнена в Казанской государственной архитектурно-строительной академии

Научный руководитель-

член-корреспондент РААСН,
доктор технических наук,
профессор Р.З. Разимов

Научный руководитель-

кандидат технических наук,
профессор М.Г. Алтыкиш

Официальные оппоненты

академик РААСН,
доктор технических наук,
профессор Ю.А. Соколова;
кандидат технических наук,
доцент В.Н. Пастухов

Ведущая организация

ГУП «Татарстройматериалы»

Защита состоится «8» октября 2001г. на заседании диссертационного совета К 212.077.01 в Казанской государственной архитектурно-строительной академии по адресу: 420043, г. Казань, ул. Зеленая, д.1, КГАСА, ауд. Б-122 в 14⁰⁰

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Казанской государственной архитектурно-строительной академии

Автореферат разослан «1» сентября 2001 г.

Отзывы на автореферат диссертации в 2-х экземплярах, заверенные печатью, просим направлять по адресу: 420043, г. Казань, ул. Зеленая, д.1 Казанская государственная архитектурно-строительная академия, диссертационный совет К 212.077.01

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
КФУ



0000977599

Ученый секретарь
диссертационного совета
К 212.077.01
кандидат технических
наук, доцент

А.М. Сулейманов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Одним из направлений успешного решения проблемы вывода экономики из кризисного состояния в большинстве стран являлось развитие строительной отрасли, в частности производства строительных материалов с использованием возможностей собственной сырьевой базы. Эта задача была поставлена в Федеральной программе «Жилище» и Подпрограмме «Структурная перестройка базы строительной индустрии». Ее решение невозможно без широкого использования местных строительных материалов, среди которых не последнее место занимает гипс.

Имея значительные запасы гипсового камня, Россия, тем не менее, использует гипсовые вяжущие в ограниченных масштабах. Так, в республике Татарстан в разные годы гипсового камня добывается от 1% до 0,2% от объема утвержденных запасов, а используется в производстве лишь 10-15% от добываемого. При этом отсутствует комплексное использование добываемого гипсового сырья, в частности, недостаточно применяются побочные продукты дробления гипсового камня (фракция 0-5 мм).

В последние десятилетия одним из перспективных направлений является использование гипсовых вяжущих в сухих отделочных смесях, что позволяет повысить эффективность и производительность труда в строительстве. Использование их для внутренней отделки зданий позволяет не только придать помещениям архитектурную выразительность, но и создать комфортные условия жизнедеятельности. Основой этих материалов, как правило, являются вяжущие, состоящие из смеси различных модификаций гипса, так называемые многофазовые гипсовые вяжущие (МГВ).

Удовлетворение потребностей отечественной строительной отрасли в сухих гипсовых смесях (СТС) осуществляется в основном за счет импорта этих материалов или их производства на заводах, построенных и оборудованных с помощью иностранных фирм. При этом используются зарубежные технологии и дорогостоящие импортные добавки, что предопределяет высокую стоимость материалов и делает их недоступными для широкого круга отечественных потребителей. В связи с этим задача создания многофазовых гипсовых вяжущих для сухих отделочных смесей на основе местного минерального сырья, в т. ч. с использованием побочных продуктов дробления гипсового камня, отечественных химических и минеральных добавок-наполнителей, является актуальной.

Работа выполнялась в соответствии с единым заказ-нарядом Министерства образования Российской Федерации по теме № 1.8.99.Ф «Исследование процессов получения и старения, структуры и свойств композиционных и многофазовых гипсовых вяжущих веществ и материалов», по Гранту МО РФ тема: «Теоретические и экспериментальные исследования физико-химических процессов твердения и старения композиционных и многофазовых гипсовых вяжущих на основе природного

сырья и техногенных отходов, создание эффективных гипсовых материалов», в порядке проведения НИР, предусмотренной Постановлением Кабинета Министров РТ №33 от 19.01.96. «Изучить применение современных методов переработки твердых полезных ископаемых республики Татарстан с целью развития производства эффективных строительных материалов».

Цель и задачи исследований. Целью работы являлось получение и исследование свойств многофазового гипсового вяжущего из местного минерального сырья для сухих отделочных смесей.

Достижение поставленной цели потребовало решения следующих задач:

-определить режимы обжига отходов дробления гипсового камня (фракции 0-5 мм) для получения строительного гипса и нерастворимого ангидрита и изучить возможность их использования в составе МГВ для сухих отделочных смесей;

-определить технологические параметры получения МГВ: соотношение строительного гипса и нерастворимого ангидрита, их гранулометрический состав, способ получения вяжущего и влияние этих параметров на основные физико-механические свойства вяжущего и гипсового камня на его основе;

-изучить возможность модификации физико-механических свойств МГВ и гипсового камня на его основе комплексом минеральных добавок и суперпластификатора С-3, подобрать составы модифицированного МГВ, отвечающего требованиям к вяжущим для сухих отделочных смесей;

-определить влияние процесса старения МГВ на изменение его физико-механических свойств и установить оптимальные сроки хранения вяжущего.

-провести опытно-промышленные испытания и разработать технологические рекомендации на производство модифицированного МГВ для сухих отделочных смесей.

Научная новизна работы

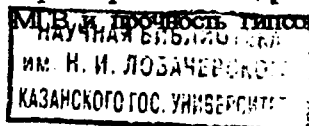
-получено новое модифицированное многофазовое гипсовое вяжущее на базе местного минерального сырья и сухие отделочные смеси на его основе;

-установлен комплекс зависимостей, характеризующих взаимосвязь состава, структуры, свойств и технологии получения МГВ;

-показана возможность использования побочного продукта дробления гипсового камня (фракции 0-5 мм) для получения нерастворимого ангидрита и строительного гипса;

-установлены оптимальные режимы обжига отходов дробления гипсового камня для получения нерастворимого ангидрита;

-впервые получено математическое описание влияния гранулометрического состава нерастворимого ангидрита и строительного гипса на сроки схватывания МГВ и прочность гипсового камня на его основе;



- показано влияние влажности среды хранения образцов гипсового камня на основе МГВ на изменение их прочности и скорректирована методика испытания образцов на прочность;

- получены зависимости, характеризующие влияние комплекса минеральных добавок и суперпластификатора С-3 на физико-механические свойства МГВ;

- впервые изучено влияние комплекса модифицирующих добавок на процессы старения МГВ

Практическая значимость работы

Впервые из гипсового камня одного из крупнейших в России Камско-Устьинского месторождения получено многофазовое гипсовое вяжущее не ниже марки Г-10 для сухих отделочных смесей.

Показана возможность получения многофазового гипсового вяжущего на отечественном оборудовании. Выпущена опытная полупромышленная партия МГВ на научно-производственном участке технологического промышленного центра ЦНИИГеоэнергуд.

Показана возможность использования гипсового камня фракции размером 0-5 мм (отхода дробления и фракционирования) в производстве многофазового гипсового вяжущего.

Разработана технология получения МГВ и модифицированного МГВ с использованием местных минеральных добавок, что позволяет расширить номенклатуру гипсовых вяжущих.

Разработаны составы сухих смесей для отделочных работ на основе модифицированного многофазового гипсового вяжущего.

На защиту выносятся

- разработанное МГВ для сухих отделочных смесей на базе местного минерального сырья и технология его получения;

- результаты исследований влияния параметров режима обжига побочного продукта дробления гипсового камня (фракции 0-5 мм) на свойства нерастворимого ангидрита и возможности использования этой фракции для получения основных компонентов МГВ;

- результаты исследования и определения технологических параметров получения МГВ;

- результаты исследования влияния комплекса местных минеральных добавок и суперпластификатора С-3 на физико-механические свойства МГВ и процессы его старения;

- результаты разработок составов МГВ и сухих отделочных смесей на его основе.

Апробация работы. По результатам диссертационной работы были сделаны доклады и сообщения на 42 (1990 г.) и 43 (1991 г.) республиканских научно-технических конференциях КИСИ, на 51 (1999 г.) и 52 (2000 г.) республиканских научно-технических конференциях КГАСА, г. Казань, Юбилейной международной научно-практической конференции «Строительство –99» (1999 г.) г. Ростов – на Дону, на V Академических чтениях РААСН «Современные проблемы строительного материаловедения» (1999 г.) г. Воронеж, на научно-технической конференции

«Архитектура и строительство. Наука, образование, технологии и рынки» (1999 г.) г.Томск, на Всероссийской XXXI научно-технической конференции «Актуальные проблемы современного строительства» (2001 г.), г. Пенза.

Публикации. По результатам проведенных исследований опубликовано 11 печатных работ, в т.ч. 6 статей и 5 тезисов.

Структура и объем работы Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы и 3 приложений. Диссертация изложена на 173 страницах машинописного текста, содержит 36 таблиц, 40 рисунков и список литературы из 138 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приводятся обзор и анализ отечественного и зарубежного опыта получения многофазовых гипсовых вяжущих (МГВ) для сухих отделочных смесей, а также рассматриваются способы регулирования его строительно-технологических свойств.

Гипсовые вяжущие вещества известны человечеству с глубокой древности и обладают целым рядом положительных свойств. Наибольшую известность в области гипсовых вяжущих веществ получили работы А.В. Волженского, А.А. Байкова, П.П. Будникова, А.В. Ферронской, П.И. Боженова, С.П. Зорина, Г.И. Книгиной, Г.Д. Копелянского, Е.В. Костырко, В.А. Лященко, Г.И. Логинова, А.Г. Пенютина, С.С. Печуро, А.Ф. Полева, В.Б. Рафинова, П.А. Ребиндера, Р.З.Рахимова, М.Г. Алтыжаса, Е.Е. Сегаловой, В.Альбрехта, Е. Эйпельтауэра, К.Фишера, Ш. Сатлера, А. Ле Шателье, В. Мисаэлиса и др.

В последние десятилетия интерес к этим вяжущим возрождается на качественно ином уровне, что обусловлено такими его свойствами, как гипсестичность, экологическая чистота и способность улучшить микроклимат помещений. Зарубежные производители широко применяют гипсовые вяжущие вещества в сухих отделочных смесях. Это стало возможным за счет использования особых технологий их производства и введению в состав вяжущего многофункциональных химических добавок. Внедрение сухих отделочных смесей на основе гипса в практику отделочных работ снижает их стоимость и трудоемкость, сокращает сроки строительства.

Ведущие иностранные фирмы-производители сухих гипсовых смесей (СТС) – «Кнауф», «Вабсколо», «Siempelkamp», «Fekima», «Lohje» и др. – предлагают широкую номенклатуру выпускаемой продукции, чему способствует разнообразие видов производимых гипсовых вяжущих и химических добавок. Россия, имея индустриальную и минерально-сырьевую базу для производства СТС, не производит их в широких масштабах. Основными тормозящими факторами являются отсутствие производства нерастворимого ангидрита и МГВ, а также химических добавок промышленного производства.

Анализ отечественного и зарубежного опыта производства и применения гипсовых вяжущих показал, что регулирование свойств гипсовых вяжущих веществ осуществляется преимущественно с помощью

химических добавок, другие способы изменения свойств гипсовых вяжущих используются недостаточно. Были рассмотрены разнообразные технологические факторы, изменяя которые, можно воздействовать на физико-механические свойства гипсовых вяжущих, в частности МГВ. Среди них способ производства, вид теплового агрегата, размер кусков обжигаемого материала и режим его тепловой обработки, соотношение фаз в МГВ, гранулометрический состав каждого компонента. Установлено, что исследований относительно влияния данных факторов недостаточно. Отмечено, что большое влияние на свойства гипсовых вяжущих оказывают минеральные добавки-наполнители, введение которых в оптимальном количестве и при оптимальной дисперсности позволяет сохранить, а иногда и улучшить физико-механические свойства вяжущего. Исследований относительно влияния местных минеральных добавок на физико-механические свойства МГВ в условиях отечественного производства не выявлено. Установлено также, что отсутствуют сведения о влиянии местных минеральных добавок-наполнителей, а также комплекса минеральный наполнитель - суперпластификатор С-3 на процессы, протекающие при хранении МГВ для сухих отделочных смесей.

В основу выполненной работы была положена рабочая гипотеза о возможности получения на базе местного минерального сырья модифицированного многофазового гипсового вяжущего для сухих отделочных смесей, отвечающего требованиям по жизнеспособности и прочности, при этом модификация его свойств может достигаться в результате подбора оптимального фазового состава, регулирования гранулометрии компонентов смеси, а также введения комплекса минеральных добавок и суперпластификатора С-3.

Во второй главе приводятся характеристики используемых материалов, оборудования и методов исследования.

Исходным сырьем для получения компонентов МГВ - строительного гипса и нерастворимого ангидрита - служил гипсовый камень Камско-Устьинского месторождения Республики Татарстан 2 сорта по ГОСТ 4013-82. Химический и минеральный состав гипсового камня приведен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Химический состав гипсового камня

Содержание, %					
SiO ₂	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	H ₂ O гидратная
0,49	0,05	32,75	0,47	46,58	19,52

Таблица 2

Минеральный состав гипсового камня

Содержание, %			
Двуводный гипс	Ангидрит	Доломит	Кварц и глинистые минералы
92-94	4,5-5,5	1-1,5	0,5-1

В качестве добавки применялась воздушная известь 3 сорта Казанского завода силикатных стеновых материалов, соответствующая ГОСТ 9179-77. В качестве пластифицирующей добавки в работе использовался суперпластификатор С-3 химкомбината г. Дзержинск по ТУ 6-36-0204229-625-90 в твердофазном состоянии.

В качестве минеральных наполнителей были использованы известняк Альдермышского месторождения, доломит Бимского месторождения, кварцевый песок с участка Васильево (месторождения республики Татарстан), размолотые до удельной поверхности 1500-5000 $\text{см}^2/\text{г}$. Модуль крупности кварцевого песка $M_{\text{кр}}=1,01$.

Обжиг гипсового камня для получения ангидрита осуществлялся в предварительно нагретой до температуры 600°C лабораторной муфельной печи марки МП-2У. Охлаждение полученного продукта осуществлялось на воздухе. Строительный гипс получали в лабораторных условиях обжигом в течение 6-6,5 часов при температуре $140-150^\circ\text{C}$. Для обжига использовался сушильный шкаф марки 2В-151. Охлаждение полученного продукта осуществлялось в сушильном шкафу. Контроль температуры осуществлялся с помощью хромель-алюмелевой термометры с милливольтметром МПШПР-54.

Многофазовое гипсовое вяжущее (МГВ) получали путем перемалывания в фарфоровой мельнице строительного гипса и нерастворимого ангидрита. Строительный гипс загружался в мельницу в виде частиц размером 0-5 мм, нерастворимый ангидрит перед смешиванием с гипсом размалывался до остатка 5-7% на сите №008. Помол высокообжиговой составляющей производился в лабораторной шаровой мельнице марки 40-МЛ со скоростью вращения 60 об/мин.

Определение физико-механических характеристик МГВ производилось в соответствии со стандартными методиками для гипсовых вяжущих с изменениями в части условий хранения образцов перед испытанием на прочность. Прочностные показатели МГВ определялись испытанием образцов кубиков $2 \times 2 \times 2$ см и образцов балочек $4 \times 4 \times 16$ см, изготовленных из теста нормальной густоты по ГОСТ 23789-79 и хранившихся в условиях 95%-ной влажности. Перед испытанием образцы высушивались до постоянной массы.

Физико-механические свойства растворов определялись в соответствии со стандартными методиками. Сцепление штукатурки с основанием (адгезия) определялось по ТУ 67-881-88 «Смеси штукатурные сухие. Технические условия». Жизнеспособность растворов для самонивелирующихся стяжек под полы определялась по времени снижения пластичности смеси от 280-300 мм до 200-210 мм, являющийся нижним пределом, при котором возможно самонивелирование смеси.

Для изучения фазового состава полученных в лабораторных условиях строительного гипса и нерастворимого ангидрита применялись рентгенографические исследования. Использовался автоматизированный дифрактометр ДРОН-3М, управляемый от ПЭВМ «БК-0010-01».

Изучение процессов преобразования строительного гипса, нерастворимого ангидрита и их смеси (МГВ) в гипс осуществлялось кондуктометрическим методом.

Для описания процесса обжига гипсового сырья при получении нерастворимого ангидрита и описания влияния крупности частиц строительного гипса и нерастворимого ангидрита на сроки схватывания и прочность МГВ были использованы методы математического планирования эксперимента с оптимизацией методом крутого восхождения.

В третьей главе приведены результаты определения режимов обжига отходов дробления гипсового камня (фракции 0-5 мм) для получения нерастворимого ангидрита и строительного гипса.

Получено математическое описание процесса обжига гипсового камня фракции 0-5 мм для получения нерастворимого ангидрита и оптимизированы его параметры.

Процесс обжига описывается следующими уравнениями регрессии:

- для содержания гидратной воды

$$B = 3,11 - 0,004t - 2,19\tau + 0,003t\tau$$

- для предела прочности при сжатии

$$R = 69,65 - 0,053t - 4,67\tau$$

Температурный фактор изменялся в пределах 600-800°C, время выдержки 0,5-2 ч. Анализ уравнений регрессии показал, что с повышением температуры (t) и увеличением времени выдержки (τ) прочность снижается, содержание гидратной воды уменьшается. Это связывается с процессом термической перекристаллизации ангидрита, сопровождающимся увеличением размеров его кристаллических блоков. Однако, если данные процессы характерны для гипсового камня фракции размером свыше 5 мм при температурах 800°C и выше, то для фракции размером 0-5 мм процессы перекристаллизации ангидрита и увеличения размеров его кристаллических блоков происходит значительно раньше. Установлено, что наибольшая прочность и водостойкость гипсового камня при обжиге сырья размером 0-5 мм достигается при температуре 600°C и времени обжига 0,65 ч.

Показана возможность получения строительного гипса марки Г-6 из побочного продукта дробления гипсового камня (фракции 0-5 мм) путем его обработки при температуре 140-150°C в течение 6-6,5 ч, что позволит снизить затраты электроэнергии и износ дробильно-помольного оборудования по сравнению со способом получения строительного гипса в гипсоварочных котлах. Лабораторные исследования подтверждены опытно-промышленными испытаниями.

Рентгенографические исследования продуктов обжига показали, что в составе строительного гипса присутствует преимущественно бассанит, некоторое количество ангидрита и в незначительных количествах гипс, в составе нерастворимого ангидрита преобладает ангидрит II с примесью в незначительных количествах бассанита и доломита.

В четвертой главе приведены результаты определения технологических параметров получения МГВ.

Впервые получено математическое описание зависимости сроков схватывания и прочности МГВ от фракционного состава компонентов — строительного гипса и нерастворимого ангидрида. Установлено, что использование более крупных фракций строительного гипса в сочетании с тонкомолотым ангидритом, позволяет замедлить сроки схватывания МГВ, повысить прочность гипсового камня.

Зависимость сроков схватывания описывается уравнениями:

- для начала схватывания:

$$t_n = 6,78 + 0,03 A_{0,2} - 0,04 A_{1,25} + 0,06 \Gamma_{0,2} + 0,05 \Gamma_{1,25} - 0,009 A_{0,2} \Gamma_{0,2}$$

- для конца схватывания:

$$t_k = 8,61 + 0,04 A_{0,2} - 0,05 A_{1,25} + 0,08 \Gamma_{0,2} + 0,05 \Gamma_{1,25} - 0,01 A_{0,2} \Gamma_{0,2}$$

Зависимость предела прочности при сжатии гипсового камня от фракционного состава строительного гипса и нерастворимого ангидрида описывается уравнением:

$$R_{28} = 11,83 + 0,03 A_{0,2} + 0,03 \Gamma_{0,2} - 0,002 A_{0,2} A_{1,25}, \text{ где}$$

$A_{0,2}$ — содержание в вяжущем ангидрида фракции 0,2 мм, %;

$A_{1,25}$ — содержание в вяжущем ангидрида фракции 1,25 мм, %;

$\Gamma_{0,2}$ — содержание в вяжущем гипса фракции 0,2 мм, %;

$\Gamma_{1,25}$ — содержание в вяжущем гипса фракции 1,25 мм, %.

Показано, что изменение гранулометрического состава компонентов МГВ — строительного гипса и нерастворимого ангидрида — не позволяет одновременно достичь замедления сроков схватывания вяжущего и повышения его прочности. Это потребовало оптимизации гранулометрического состава строительного гипса и нерастворимого ангидрида, при которых достигаются наилучшие показатели по срокам схватывания и прочности МГВ. Установлено, что для замедления сроков схватывания МГВ необходимо применять следующий гранулометрический состав компонентов: для ангидрида доля частиц размером 0,2 мм — 38%, размером 1,25 мм — 7%, 0,08 мм — 55%; для строительного гипса доля частиц размером 0,2 мм — 62%, 1,25 мм — 37%, 0,08 мм — 1%. Для повышения прочности гипсового камня на основе МГВ необходимо применять следующий гранулометрический состав компонентов: для ангидрида доля частиц размером 0,2 мм — 35%, размером 1,25 мм — 13%, 0,08 мм — 52%; для строительного гипса — частиц размером 0,2 мм — 47%, размером 1,25 мм — 28%, 0,08 мм — 25%.

Показано влияние соотношения строительного гипса и нерастворимого ангидрида на изменение физико-механических свойств МГВ. Установлено, что увеличение доли нерастворимого ангидрида замедляет сроки схватывания и повышает водостойкость гипсового камня, однако повышение прочности гипсового камня наблюдается при введении в состав МГВ до 50% строительного гипса. Увеличение доли нерастворимого ангидрида в составе МГВ свыше 50% ведет к снижению прочности гипсового камня, что объясняется тем, что гипсовый камень на основе МГВ с повышенным содержанием нерастворимого ангидрида набирает прочность в более поздние сроки. В связи с этим был разработан алгоритм выбора базового состава МГВ, позволивший обосновать принятое соотношение

строительного гипса к нерастворимому ангидриду равное 25:75. Показано, что выбор базового состава МГВ следует осуществлять исходя из требований технологии производства отделочных работ, а модификацию вяжущего путем замены высокообжиговой составляющей местными минеральными добавками.

Исследовано влияние фракционного состава гипсового сырья для получения нерастворимого ангидрита на физико-механические свойства МГВ. Показано, что уменьшение размеров фракции обжигаемого гипсового камня до 0-5 мм позволяет улучшить физико-механические свойства МГВ.

Изучено влияние способа приготовления базового состава МГВ на его физико-механические свойства. Рассмотрено три принципиальные схемы получения МГВ: раздельного помола строительного гипса и нерастворимого ангидрита, фракционирования компонентов после обжига, помола нерастворимого ангидрита с исключением помола строительного гипса перед смешиванием. За основу принят способ, исключаящий операцию помола строительного гипса перед смешиванием с размолотым ангидритом, что позволяет повысить прочность гипсового камня на основе МГВ при сжатии на 24% и 8% , при изгибе на 10% и 7% по сравнению с показателями вяжущего, полученного способом раздельного помола компонентов и способом фракционирования строительного гипса и нерастворимого ангидрита перед смешиванием соответственно. При этом упрощается технологическая схема получения МГВ, снижаются энергозатраты, связанные с помолом строительного гипса.

Исследовано влияние влажности среды хранения образцов на изменение прочности гипсового камня на основе МГВ и скорректирована методика определения прочности гипсового камня на основе МГВ в части условий хранения образцов до испытания. Установлено, что в условиях повышенной влажности прочность гипсового камня выше на 16% прочности камня, хранившегося до испытания в воздушно-сухих условиях, что объясняется уплотнением поверхности за счет заполнения микропор продуктами кристаллизации и роста кристаллов в микропорах.

В пятой главе исследовано влияние на физико-механические свойства МГВ модифицирующих добавок кальциевой извести, минеральных добавок-наполнителей, комплекса минеральная добавка-суперпластификатор С-3, разработаны и предложены к практическому применению составы МГВ для сухих отделочных смесей.

Установлено, что введение кальциевой извести в количестве 5% замедляет сроки схватывания МГВ, что подтверждено кондуктометрическим методом, а также обеспечивает повышение прочности и водостойкости за счет увеличения доли закрытых пор в структуре общей пористости.

Установлено оптимальное количество добавок-наполнителей, при котором не происходит снижения прочности гипсового камня, а сроки схватывания являются удовлетворительными. Оно составляет для карбонатных наполнителей (известняка и доломита) 10% (рис. 1), для кварцевого наполнителя 5% и 10% после предварительной промывки и

сушки перед помолком (рис. 2). Удельная поверхность наполнителей составляет $5000 \text{ см}^2/\text{г}$.

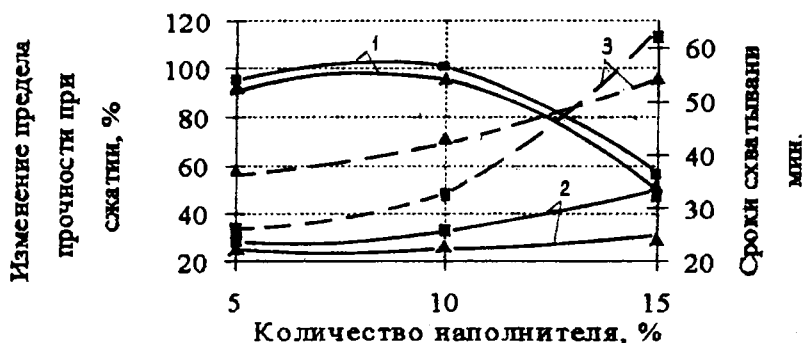


Рис. 1 Влияние количества карбонатного наполнителя на физико-механические свойства МГВ и гипсового камня на его основе: ■ — известняк, ▲ — доломит; 1 — изменение предела прочности при сжатии, 2 — начало схватывания, 3 — конец схватывания

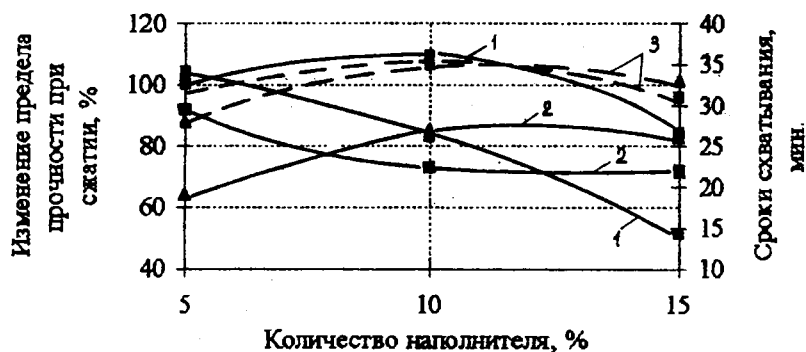


Рис. 2 Влияние количества кварцевого наполнителя на физико-механические свойства МГВ и гипсового камня на его основе: ■ — исходный, ▲ — отмытый; 1 — изменение предела прочности при сжатии, 2 — начало схватывания, 3 — конец схватывания

Достаточная прочность МГВ с минеральными добавками позволит использовать его для штукатурных составов с введением различных заполнителей. Для использования МГВ в качестве основы сухих смесей для самонивелирующихся стяжек под полы вводился суперпластификатор С-3, придающий смеси эффект самонивелирования. Кондуктометрическим методом показана роль добавки суперпластификатора С-3 в процессах

формирования структуры гипсового камня на основе МГВ. Создавая вокруг компонентов вяжущего двойной электрический слой, суперпластификатор С-3 замедляет процесс растворения и кристаллизации бассанита при одновременной активизации процессов формирования структуры нерастворимого ангидрита, что в свою очередь позволяет при замедлении сроков схватывания МГВ повысить прочность и водостойкость гипсового камня на его основе.

Изучено влияние комплекса минеральный наполнитель-добавка суперпластификатор С-3 на физико-механические свойства МГВ и гипсового камня на его основе. Исследования показали, что введение 10% известняка при удельной поверхности 1500 см²/г в комплексе с суперпластификатором С-3 обеспечивает повышение прочности на 11%, начало схватывания через 26 минут, конец — через 29 минут (рис.3).

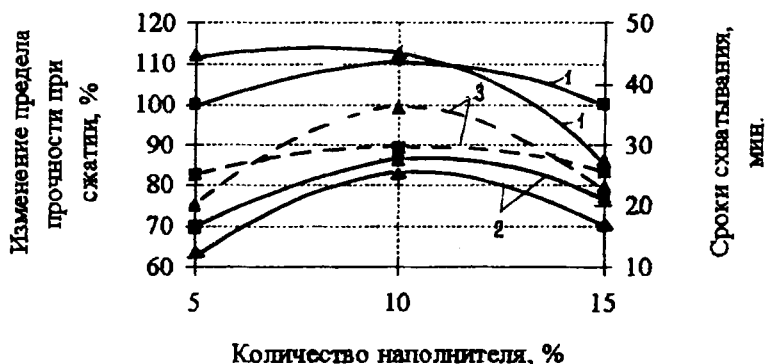


Рис. 3 Влияние карбонатного наполнителя в комплексе с суперпластификатором С-3 на физико-механические свойства МГВ и гипсового камня на его основе: ■ — известняк, ▲ — доломит, 1 — предел прочности при сжатии, 2 — начало схватывания, 3 — конец схватывания

Введение добавки доломита в количестве 10% при удельной поверхности 3000 см²/г в комплексе с суперпластификатором С-3 обеспечивает повышение прочности гипсового камня на 12%, начало схватывания через 25 минут, конец — через 36 минут. (рис.3). Наполнение МГВ кварцевым песком в количестве 5% при удельной поверхности 5000 см²/г в комплексе с добавкой суперпластификатора С-3 позволяет получить вяжущее со сроками схватывания 23 минуты по началу и 28 минут по концу схватывания при сохранении прочности гипсового камня. Гидроклассификация и сушка кварцевого песка перед помолотом до удельной поверхности 5000 см²/г позволяет ввести его в состав МГВ в количестве 10%, при этом прочность гипсового камня повышается на 20%, начало схватывания наступает через 25 минут, конец схватывания — через 36 минут (рис.4).



Рис. 4 Влияние кварцевого наполнителя в комплексе с суперпластификатором С-3 на физико-механические свойства МГВ и гипсового камня на его основе: ■ - исходный песок, ▲ - отмытый песок; 1 - предел прочности при сжатии, 2 - начало схватывания, 3 - конец схватывания

Исследовано изменение физико-механических свойств МГВ при хранении и установлены допустимые сроки хранения вяжущего в зависимости от сочетания компонентов в его составе. Показано, что суперпластификатор С-3 способствует стабилизации процессов старения композиций, содержащих известь и минеральные наполнители и позволяет увеличить срок хранения вяжущего до 6 месяцев.

В шестой главе описана технологическая схема получения МГВ для сухих отделочных смесей, приводятся результаты подбора составов и исследования свойств сухих штукатурных смесей и самонивелирующихся стяжек под полы на основе МГВ.

Процесс приготовления МГВ для сухих отделочных смесей включает операции приемки, хранения и сушки материалов, подготовки минеральных добавок-наполнителей, перемешивания компонентов, хранения МГВ и его отпуску потребителю. Предложенная схема получения МГВ легла в основу разработанного технологического регламента.

Основные физико-технические свойства растворов из разработанных сухих смесей представлены в таблице 3.

Ожидаемая себестоимость 1 т МГВ для сухих штукатурных смесей составляет 1154–1156 руб./т, для самонивелирующихся стяжек под полы 1233–1235 руб./т. Предполагаемый экономический эффект при производстве 20 тыс. т МГВ для сухих отделочных смесей в год с учетом цен на 1 квартал 2001 г. составит 70, 920 млн. рублей.

Таблица 3

Основные физико-технические свойства растворов из сухих отделочных смесей на основе МГВ

Показатели свойств	Штукатурные смеси (вяжущее: песок)				Смеси для стяжек полов (1:0)
	1:0	1:0,5	1:1	1:1,5	
Нормальная густота, %	40-42	46-52	52-55	54-58	44-55
Сроки схватывания, мин.					
-начало	20-25	21-26	21-28	22-25	27-32
-конец	28-32	28-33	31-37	28-30	32-40
Жизнеспособность, мин.	-	-	-	-	22-26
Предел прочности при сжатии, МПа	16,9-18,5	12,9-17,8	8,3-12,5	5,2-7,4	15-15,5
Водоудерживающая способность, %	99-99,7	98,8-99,6	98,7-99,7	97-97,7	-
Прочность сцепления с основанием, МПа	0,2-0,22	0,17-0,18	0,14-0,15	0,11-0,1	-

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Получено многофазовое гипсовое вяжущее на основе строительного гипса и нерастворимого ангидрита из побочного продукта дробления гипсового камня (фракции 0-5 мм), модифицированное местными минеральными добавками-наполнителями марок не ниже Г-10 для сухих штукатурных смесей, при введении суперпластификатора С-3 – марок не ниже Г-15 для самонивелирующихся стяжек под полы.

2. Показана возможность получения строительного гипса и нерастворимого ангидрита из побочного продукта дробления гипсового камня (фракции 0-5 мм). Получены математические модели, описывающие изменение физико-механических свойств нерастворимого ангидрита от параметров обжига; установлено, что оптимальная температура составляет 600 С, время обжига 0,65 ч. Методом рентгенографического анализа полученных при оптимальных режимах продуктов обжига установлено, что в составе строительного гипса присутствует преимущественно бассанит, некоторое количество ангидрита и в незначительных количествах гипс, в составе нерастворимого ангидрита присутствует в основном ангидрит II с примесью в незначительных количествах бассанита и доломита.

3. Впервые получено математическое описание зависимости сроков схватывания и прочности МГВ от фракционного состава компонентов – строительного гипса и нерастворимого ангидрита. Путем оптимизации определены гранулометрические составы строительного гипса и

нерастворимого ангидрита, позволяющие обеспечить требуемые сроки схватывания и прочность МГВ.

Установлена зависимость изменения физико-механических свойств МГВ от соотношения строительного гипса и нерастворимого ангидрита, разработан алгоритм выбора базового состава вяжущего, обосновывающий целесообразность регулирования свойств МГВ с соотношением строительного гипса к ангидриту равным 25:75 за счет снижения доли высокообжигового компонента и его замены местными минеральными добавками, в ряде случаев в комплексе с суперпластификатором С-3.

4. Показана целесообразность использования в качестве компонентов МГВ строительного гипса и нерастворимого ангидрита, полученных обжигом побочного продукта дробления гипсового камня — фракции 0-5 мм; уменьшение размеров обжигаемой фракции гипсового сырья до 0-5 мм позволяет улучшить физико-механические свойства МГВ на его основе.

5. Изучено влияние способа приготовления базового состава МГВ на его физико-механические свойства, выбрана схема его получения, исключающая операцию предварительного помолва строительного гипса.

6. Исследовано влияние влажности среды хранения образцов на изменение прочности гипсового камня на основе МГВ и скорректирована методика определения прочности гипсового камня на основе МГВ в части условий хранения образцов до испытания. Установлено повышение прочности гипсового камня на основе МГВ на 16% при хранении в условиях повышенной влажности, что вероятно связано с уплотнением структуры камня за счет заполнения микропор продуктами кристаллизации.

7. Исследовано влияние кальциевой извести — замедлителя твердения полугидрата сульфата кальция и добавки-активатора нерастворимого ангидрита, а также роль суперпластификатора С-3 в формировании прочности гипсового камня. Кондуктометрическим методом установлено, что введение 5% извести сближает скорости растворения и кристаллизации нерастворимого ангидрита и строительного гипса, интенсифицируя преобразование нерастворимого ангидрита в гипс при одновременном замедлении растворения строительного гипса, что положительно влияет на прочность гипсового камня на основе МГВ; эффект повышения прочности обеспечивается также за счет увеличения доли закрытых пор в структуре общей пористости.

Суперпластификатор С-3 замедляет процесс растворения и кристаллизации бассанита при одновременной активизации процессов формирования структуры нерастворимого ангидрита, что в свою очередь позволяет при замедлении сроков схватывания МГВ повысить прочность гипсового камня на его основе.

8. Получены зависимости, характеризующие влияние местных минеральных добавок на физико-механические свойства МГВ. Установлена возможность снижения высокообжиговой части МГВ введением минеральных добавок-наполнителей без ухудшения физико-механических свойств вяжущего: карбонатов (известняки и доломиты) в количестве 10%,

кварцевого песка 5%, с предварительной гидроклассификацией и сушкой перед помолом - 10%, при удельной поверхности наполнителей 5000 см²/г.

9. Показано влияние совместного введения минеральных наполнителей и добавки суперпластификатора С-3. Установлено, что комплексное введение минеральных наполнителей и суперпластификатора С-3 позволяет повысить прочность гипсового камня на основе МГВ на 11 и 12 % при введении известняка и доломита с одновременным уменьшением их удельной поверхности с 5000 см²/г до 1500 см²/г и 3000 см²/г соответственно, повысить прочность на 20% при введении кварцевого песка, подвергнутого гидроклассификации и сушке перед помолом с сохранением той же удельной поверхности (5000 см²/г).

10. Исследовано изменение физико-механических свойств МГВ при его старении и установлены допустимые сроки хранения вяжущего в зависимости от сочетания компонентов в его составе. Показана стабилизирующая роль суперпластификатора С-3 в процессах старения композиций, содержащих известь и минеральные наполнители, позволяющего увеличить срок хранения вяжущего до 6 месяцев.

11. Разработана технологическая схема получения модифицированного МГВ и технологический регламент на его производство, выпущена опытно-промышленная партия вяжущего, предложены составы сухих смесей для штукатурных работ и самонивелирующихся стяжек под полы. Ожидаемая себестоимость 1т МГВ для сухих штукатурных смесей составляет 1154-1156 руб/т, для самонивелирующихся стяжек под полы 1233-1235 руб/т. Предполагаемый экономический эффект при производстве 20 тыс. т МГВ для сухих отделочных смесей в год с учетом цен на 1 квартал 2001 г. составит 70, 920 млн. рублей.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах

1. Медяник И.В. (Морева), Алтыкис М.Г., Медяник В.В. Изучение кинетики твердения модифицированных гипсовых вяжущих / Тез. докл. 42. республ. научн. конф. КИСИ, Казань. - 1990. - С. 108.

2. Медяник И.В. (Морева), Медяник В.В. Изучение гипсовых вяжущих на ранней стадии структурообразования / Тез. докл. 43 респ. научн. конф. КИСИ, Казань. - 1991. - С. 71.

3. Алтыкис М.Г., Халиуллин М.И., Рахимов Р.З., Морев И.В. Сухие растворные смеси для штукатурки и самонивелирующихся оснований под полы на основе гипсовых вяжущих. / Строительство -99. Юбилейная международная научно-практическая конференция. Тезисы докладов. - Ростов-на-Дону. Ростовский гос. строительный ун-т, 1999. - С. 68.

4. Морев И.В., Алтыкис М.Г., Рахимов Р.З. К вопросу о методике испытания сухих гипсосодержащих смесей и многофазовых гипсовых вяжущих. /Современные проблемы строительного материаловедения / Материалы пятых академических чтений РААСН, Воронеж, 1999. - С. 295-299.

5. Алтыкис М.Г., Халиуллин М.И., Рахимов Р.З., Морева И.В. Сухие смеси для штукатурки и самонивелирующихся оснований под полы на основе гипсовых вяжущих / «Архитектура и строительство. Наука и образование, технологии и рынок». – Тез. докл. научно-техн. конференции 30 ноября-1 декабря 1999 г. г. Томск – 1999. – С. 52-53.
6. Морева И.В., Алтыкис М.Г., Рахимов Р.З. Сухие штукатурные смеси на основе многофазового гипсового вяжущего. / Строительные материалы и изделия. Межвузовский сборник научных трудов. – Магнитогорск, 2000. – С. 17-24.
7. Морева И.В. О фазе в системе $\text{CaSO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ по представлениям отечественных и зарубежных ученых – НГК КГАСА, Казань. 2000. – С. 60-62.
8. Алтыкис М.Г., Морева И.В., Рахимов Р.З., Нуриева Е.М., Денисов И.Г., Бактин А.И. О физико-механических процессах старения гипсовых вяжущих на основе $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ при длительном хранении// Известия Вузов. Строительство. -№7-8.- 2000. – С.43-47.
9. Морева И.В., Алтыкис М.Г., Рахимов Р.З. Использование отходов дробления гипсового камня в производстве многофазовых гипсовых вяжущих. – в сб. «Энерго- и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов». – Ч.1. – Белгород. 2000. – С.241-244.
10. Морева И.В., Алтыкис М.Г., Рахимов Р.З. Влияние фракционного состава гипсового сырья для получения нерастворимого ангидрита на свойства многофазового гипсового вяжущего/ Градостроительство, прогрессивные строительные конструкции, технологии, инженерные системы. Межвуз. сб. научных трудов. Магнитогорск МГТУ, 2000. – С.151-155.
11. Морева И.В., Алтыкис М.Г., Рахимов Р.З. Влияние добавки кальциевой извести на свойства многофазового гипсового вяжущего и структуру гипсового камня на его основе/ Тез. докл. Всероссийской XXXI научно-технической конференции «Актуальные проблемы современного строительства».-Ч.4 Строительные материалы и изделия – Пенза, 25-27 апреля 2001 г.- С. 67-68.

Корректурa автора

Подписано в печать 28.08.01.

Формат 60 84/16

Заказ № 326 Печать RISO

Усл. – печ. л. 1,0

Тираж 100 экз. Бумага тип. №1

Учетн. – изд. л. 1,0

Печатно-множительный отдел КазГАСА
Лицензия ПД № 0229 от 26.12.2000 г.
420043, Казань, Зеленая, 1

8-